

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Method of deflecting particles moved in the direction of the optical system of a laser nozzle

Patent Number: DE3822097  
Publication date: 1990-01-04  
Inventor(s): BERGMANN HANS WILHELM PROF DR (DE)  
Applicant(s):: MESSER GRIESHEIM GMBH (DE)  
Requested Patent: ☐ DE3822097  
Application Number: DE19883822097 19880630  
Priority Number(s): DE19883822097 19880630  
IPC Classification: B23K26/14 ; H01S3/02  
EC Classification: B23K26/14  
Equivalents:

### Abstract

During the machining of material with a laser beam (19), particles are moved in the direction of the optical system (22) of the laser nozzle (10). These particles can lead to contamination and thus power reduction of the laser. To deflect these particles, a gas jet (36) is provided which is directed against the direction of movement of the particles and is compensated for by a second gas jet (37) directed virtually perpendicular to it, so that a gas pressure working against atmospheric pressure appears at the laser-beam discharge

opening (23). 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



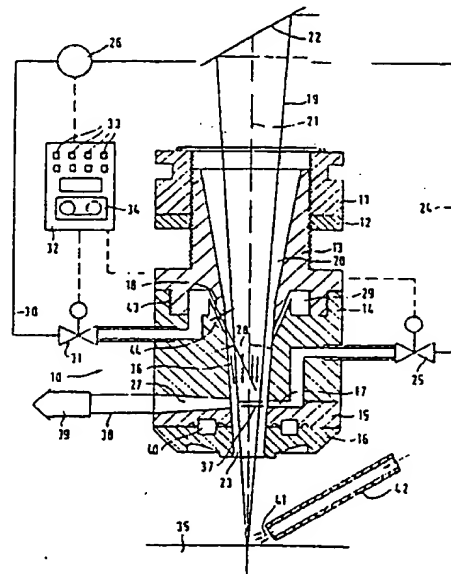
71 Anmelder:  
Messer Griesheim GmbH, 6000 Frankfurt, DE

72 Erfinder:  
Bergmann, Hans Wilhelm, Prof. Dr., 8501 Eckental, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Ablenken von in Richtung zur Optik einer Laserdüse bewegten Partikeln

Bei der Materialbearbeitung mit einem Laserstrahl (19) werden Partikel in Richtung zur Optik (22) der Laserdüse (10) bewegt, die zu einer Verschmutzung und damit Leistungsminderung des Lasers führen können. Zum Ablenken dieser Partikel wird ein gegen die Bewegungsrichtung der Partikel gerichteter Gasstrahl (36) vorgesehen, der durch einen zweiten, nahezu senkrecht zu ihm gerichteten Gasstrahl (37) kompensiert wird, so daß sich an der Laserstrahlaustrittsöffnung (23) ein gegen Atmosphärendruck gehender Gasdruck einstellt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Beim Schweißen mit einem fokussierten Laserstrahl läßt es sich nicht verhindern, daß von der Schweißstelle Partikel weggeschleudert werden, die aufgrund des elektromagnetischen Feldes in Richtung der Optik (Linse, Spiegel, Schutzscheibe) bewegt werden. Treffen diese Partikel auf die Optik auf, so wird diese verschmutzt und die Laserleistung vermindert sich.

Um ein Auftreffen der Partikel auf die Optik zu verhindern ist es bekannt, zwischen der Optik und dem Strahlfokus eine Gasströmung quer zur Laserstrahlachse zu erzeugen.

Nach der JP 62-1 87 591 werden hierzu zwei sich gegenüberliegende Rohre vorgesehen. Eine aus der Düse des einen Rohres austretende laminare Gasströmung fängt die Partikel ein, während sie in dem gegenüberliegenden Rohr abgesaugt werden.

Bei der EP 01 99 095 A1 ist ein Rohr senkrecht zu der Laserstrahlachse angeordnet, welches mit einer Queröffnung für den Laserstrahldurchtritt versehen ist. In das Rohr mündet eine Düse, die eine den Laserstrahl durchquerende Gasströmung erzeugt. Der durch die Anordnung erzeugte Unterdruck, welcher die Partikel in Richtung zur Optik beschleunigen würde, soll dabei im Bereich der Queröffnung kompensiert werden, indem die Gasströmung mit einer zu der Queröffnung hinggerichteten Richtungskomponente versehen wird. Der mit dieser Richtungskomponente erzeugte Staudruck soll dem statischen Unterdruck entgegen wirken.

Durch diese Druckausgleichseinrichtung wird jedoch eine unterschiedliche Gasdichte erzeugt, die zu Verzerrungen des Laserstrahles führen kann.

Neben dieser gattungsgemäßen Laserdüse ist es zur Kontrolle des Metaldampf-Plasmas bekannt, koaxial zum Laserstrahl durch die Laserdüse oder mit separater, unter einem Winkel zum Laserstrahl angestellter Düse, ein Arbeitsgas auf das Werkstück zu blasen (Laser 2/87, oft vergessener Kostenfaktor: die Gase, Erwin Kappelsberger).

Weiterhin ist es aus der DE 34 05 406 A1 beim Einstechen in dickere Werkstücke bekannt, durch eine seitlich angebrachte Düse das verflüssigte bzw. verdampfte Material aus dem Einstechkrater zu saugen und in eine vorgegebene Richtung zu blasen.

Die DD 2 25 370 A1 schlägt demgegenüber vor, die Verdampfungsrückstände mittels mindestens einer Düse, die in einem Winkelbereich von 0 bis 90 Grad zur Laserstrahlachse angeordnet ist, aus der Bearbeitungszone zu beseitigen.

Ausgehend von dem eingangs beschriebenen Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Optik unter Beibehaltung günstiger Schweißbedingungen sicher gegen Bearbeitungspartikel zu schützen.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung ermöglicht es, negative Schweißbadbeeinflussungen bei optimalem Schutz der Optik, d. h. bei im wesentlichen gegen die Bewegungsrichtung der Partikel und damit auf das Schweißbad gerichteten Gasstrahl zu vermeiden.

Dies wird mit einer Einstellung der Gasstrahlen erreicht, bei der in der Praxis vor der Austrittsöffnung des Laserstrahles eine Abdeckung, vorzugsweise ein Blatt Papier, angeordnet wird. Dieses wird beim Erzeugen

des zweiten, horizontalen Gasstrahles aufgrund eines ober- und unterhalb von diesem entstehenden Unterdruckes an die Austrittsöffnung der Laserdüse gesaugt. Anschließend wird der Druck des gegen die Bewegungsrichtung der Partikel gerichteten, im wesentlichen vertikalen Gasstrahles so lange erhöht, bis das Blatt Papier durch sein Eigengewicht von der Austrittsöffnung abfällt. An der Austrittsöffnung bildet sich bei dieser Einstellung ein gegen Atmosphärendruck gehender Gasdruck aus. Eine negative Beeinflussung des Schweißbades, beispielsweise ein Fortblasen der Schmelze oder des Arbeitsgases, wird sicher verhindert. Dabei kann die Einstellung des Gasdruckes der Gasstrahlen durch an sich bekannte Steuerventile in einfacher Weise vorgenommen werden. Selbstverständlich ist es auch vorteilhaft möglich, die Druckeinstellung automatisch über eine Steuerung vorzunehmen, wobei in den Gaszu- oder -ableitungen für die Gasstrahlen und/oder in bzw. an der Laserdüse, insbesondere in oder an der Austrittsöffnung für den Laserstrahl, Drucksensoren angeordnet sind, mittels denen die Gasdrücke überwacht und gesteuert werden können.

Hierbei ist zu beachten, daß beim Einsatz eines Spiegelsystemes als Optik das Laserstrahlführungssystem offen ist, so daß kein Staudruck in ihm aufgebaut werden kann. Als Gas wird vorzugsweise trockene Luft verwendet.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Die im Ausführungsbeispiel gezeigte Laserdüse 10 besteht aus mehreren miteinander verbundenen Bauteilen 11, 12, 13, 14, 15, 16 zwischen denen und/oder in denen zwei Düsen 17, 18 ausgebildet sind, deren Austrittsöffnungen in den koaxial zum Laserstrahl 19 verlaufenden Kanal 20 der Laserdüse 10 münden. Die Düse 17 ist im wesentlichen senkrecht zur Laserstrahlachse 21 zwischen der Optik 22, vorzugsweise einem Spiegel, und der Austrittsöffnung 23 der Laserdüse 10 angeordnet und über eine Leitung 24 mit einem Steuerventil 25 an einen Druckerzeuger 26 angeschlossen. Der Düse 17 gegenüberliegend ist eine Gasaustrittsöffnung 27 zwischen den Bauteilen 14 und 15 ausgebildet. Die Düse 17 und die Gasaustrittsöffnung 27 erweitern sich, ausgehend von der Düse 17, in der horizontalen Ebene fächerförmig bis zur Austrittsseite der Gasaustrittsöffnung 27 aus der Laserdüse 10. An der Stelle des Durchtritts durch den Kanal 20 der Laserdüse 10 weisen sie im wesentlichen dessen Querschnitt auf. Wie aus der Figur ersichtlich ist, erweitert sich die Gasaustrittsöffnung 27 auch in der vertikalen Ebene zu der Austrittsseite aus der Laserdüse 10 hin.

Selbstverständlich ist es auch möglich, die Gasaustrittsöffnung 27 in anderer Geometrie auszubilden, wobei grundsätzlich die Eingangsöffnung in die der Gasstrahl 37 nach dem Durchqueren des Kanals 20 eintritt, größer, vorzugsweise doppelt so groß, als die Öffnung der Düse 17 sein muß, um Gasturbulenzen des Gasstrahles 37 zu vermeiden.

Zwischen der Düse 17 und der Optik 22 ist die Düse 18 unter einem Winkel 28 kleiner als 90 Grad, vorzugsweise kleiner als 30 Grad zur Laserstrahlachse 21 angeordnet. Die Düse 18 ist als Ringdüse ausgebildet, die den Kanal 20 konzentrisch umgibt. Über einen vorgeschalteten Ringraum 29 ist die Düse 18 über die Leitung 30 mit Steuerventil 31 mit dem Druckerzeuger 26 verbun-

den. Die Düse 18 ist zwischen den Bauteilen 13 und 14 ausgebildet, die vorzugsweise über ein Bewegungsgevinde 43 gegeneinander verstellbar sind. Über eine Verstellung der Bauteile 13, 14 kann der Düsenspalt 44 der Düse 18 eingestellt werden.

Der Druckerzeuger 26 und die Steuerventile 25, 31 sind von einer Steuerung 32 automatisch über ein Steuerprogramm 34 oder mittels Handeingabe über eine Tastatur 33 ansteuerbar. Mit der Steuerung können beispielsweise die Ein- bzw. Abschaltvorgänge sowie die Leistung des Druckreglers und der Durchlaßquerschnitt der Steuerventile 25, 31 kontrolliert werden.

Vor der Materialbearbeitung, insbesondere dem Schweißen eines Werkstückes 35 mit dem Laserstrahl 19 erfolgt die Einstellung der aus den Düsen 17, 18 austretenden Gasstrahlen 36, 37 zum Ablenken von in Richtung zur Optik 22 bewegten Partikeln. Dabei ist das Steuerventil 31 zuerst geschlossen, während das Steuerventil 25 geöffnet ist. Hierdurch tritt der Gasstrahl 37 mit einem Überdruck von typischerweise 2,5 bar aus der Düse 17 aus, durchquert den Kanal 20 der Laserdüse und tritt in die Gasaustrittsöffnung 27 ein, über den er an die Atmosphäre abgeleitet wird.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Gasaustrittsöffnung 27 über eine Leitung 38 mit einem Schalldämpfer 39 verbunden, durch den der Gasstrahl 37 geräuscharm abgeleitet werden kann.

Ober- und unterhalb des Gasstrahles 37 entsteht ein Unterdruck, mit dem ein vor der Austrittsöffnung 23 des Laserstrahles 19 angeordnetes, in der Zeichnung nicht dargestelltes Blatt Papier an die Austrittsöffnung 23 der Laserdüse 10 gesaugt wird. Anschließend wird das Steuerventil 31 geöffnet und der Druck des gegen die Bewegungsrichtung der Partikel gerichteten, aus der Düse 18 austretenden und im wesentlichen vertikal zur Austrittsöffnung 23 gerichteten Gasstrahles 36 so lange erhöht, bis das Papier aufgrund seines Eigengewichtes abfällt. An der Austrittsöffnung 23 bildet sich bei dieser Einstellung ein gegen Atmosphärendruck gehender Gasdruck aus. Durch diese Kompensation des gegen die Bewegungsrichtung der Partikel gerichteten Gasstrahles 36 durch einen senkrecht unter ihm vorgesehenen zweiten Gasstrahl 37, mittels dem der Gasstrahl 36 aus seiner Strömungsrichtung "geblasen" wird, werden negative Beeinflussungen des Schweißbades vermieden.

Selbstverständlich ist es auch vorteilhaft möglich, die bei der Ersteinstellung verwendeten Daten, wie z. B. Stellgröße der Steuerventile 25, 31, Drücke der Gasstrahlen 36, 37 usw., in einen Datenspeicher der Steuerung 32 abzulegen und bei Bedarf abzurufen.

Nach einer weiteren vorteilhaften, in der Zeichnung nicht dargestellten Ausbildung sind der Austrittsöffnung 23 und/oder den Druckleitungen 24, 30 bzw. den Düsen 17, 18 Sensoren zur Erfassung des Istgasdruckes an diesen Stellen zugeordnet. Die Signale dieser Sensoren werden einer Steuerschaltung zugeführt, die aufgrund der erhaltenen Gasdruckwerte selbsttätig den Gasdruck der Gasstrahlen 36 bzw. 37 erhöht, bzw. vermindert. Vorteilhaft ist dabei in der Steuerschaltung ein für den Schutz der Optik 22 aufrechtzuerhaltender minimaler Gasdruck des Gasstrahles 36 abgelegt, der nicht unterschritten wird. Zum Schutz der Laserdüse 10 gegen thermische Beeinträchtigungen ist unter der im wesentlichen senkrecht verlaufenden Düse 17 ein die Austrittsöffnung 23 umgebender, ringförmiger Kühlkanal 40 vorgesehen.

Vorteilhaft ist das Bauteil 13 und die mit ihm verbundenen Bauteile 15, 16, 17 relativ zu dem Bauteil 11 zur

Brennweiteinstellung verschiebbar. Über das als Gewindeteil ausgebildete Bauteil 12 kann hierzu der Abstand zwischen dem Bauteil 11 und dem Bauteil 13 durch Drehen des Bauteiles 12 verändert werden.

Die Zuführung eines Arbeitsgases 41 erfolgt bei der Laserdüse 10 über eine separate Gaszuführungsdüse 42.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ablenken von in Richtung zur Optik einer Laserdüse bewegten Partikeln, gekennzeichnet durch einen im wesentlichen gegen die Bewegungsrichtung der Partikel gerichteten Gasstrahl (36), welcher über einen zweiten, nahezu senkrecht zu ihm gerichteten Gasstrahl (37) kompensiert wird, so daß sich an der Laserstrahlaustrittsöffnung (23) ein gegen Atmosphärendruck gehender Gasdruck einstellt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Einstellbarkeit (25, 26, 31, 32) der Gasdrücke von den Gasstrahlen (36, 37).
3. Laserdüse (10) mit einer Optik (22) und einer Austrittsöffnung (23) für den Laserstrahl, gekennzeichnet durch eine unter einem Winkel (28) kleiner 90 Grad zur Laserstrahlachse (21) angeordneten Düse (18), die zum Erzeugen eines zur Austrittsöffnung (23) des Laserstrahles (19) gerichteten Gasstrahles (36) an einen Druckerzeuger (26) angeschlossen ist und einer zwischen der Düse (18) senkrecht zur Laserstrahlachse (21) angeordneten weiteren Düse (17), und einem Druckerzeuger (26) zur Erzeugung eines aus der Düse (17) austretenden Gasstrahles (37), dem gegenüberliegend eine Gasaustrittsöffnung (27) angeordnet ist.
4. Laserdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (18) unter einem Winkel (28) von kleiner 30 Grad zur Laserstrahlachse (21) verläuft.
5. Laserdüse nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (18) als Ringdüse mit einstellbarem Düsenspalt (44) ausgebildet ist, die über einen vorgeschalteten Ringraum (29) mit dem Druckerzeuger verbunden ist.
6. Laserdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (17) und die Gasaustrittsöffnung (27) sich in der Horizontalen fächerförmig bis zu der Austrittsseite der Gasaustrittsöffnung (27) aufweiten und an der Stelle des Durchtrittes durch den Kanal (20) der Laserdüse (10) im wesentlichen dessen Querschnitt aufweisen.
7. Laserdüse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangsöffnung in die der Gasstrahl (37) nach dem Durchqueren des Kanales (20) eintritt in ihren Abmessungen größer ist, als die Austrittsöffnung der Düse (17).
8. Laserdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß unter der senkrecht verlaufenden Düse (17) eine die Austrittsöffnung (23) des Laserstrahles umgebender Kühlkanal (40) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

